



U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

CLAIM OF PRIORITY

Docket Number:  
**10191/1961**

Conf. No.  
**1832**

Application Number  
**09/913,005**

Filing Date  
**March, 2002**

Examiner  
**Olga HERNANDEZ**

Art Unit  
**3661**

Invention Title  
**METHOD AND DEVICE FOR  
DETERMINING A SPEED PARAMETER  
OF AT LEAST ONE POWERED WHEEL  
PERTAINING TO A VEHICLE**

Inventor(s)  
**Andreas ERBAN**

Address to:

Mail Stop Issue Fee  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail with sufficient postage in an envelope addressed to: Mail Stop: Issue Fee, Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on 4/15/04

Signature

Jung Lee (R. No. 36,197)

A claim to the Convention Priority Date pursuant to 35 U.S.C. § 119 of German Patent Application No. 199 59 018.4 filed 8 December 1999 was previously made.

To complete the claim to the Convention Priority Date, a certified copy of the German Patent Application is enclosed.

\_\_\_\_\_ If any fees are necessary they may be charged to Deposit Account 11-0600.

Dated:

4/15/04

Richard L. Mayer, Reg. No. 22,490

KENYON & KENYON  
One Broadway  
New York, N.Y. 10004  
(212) 425-7200 (telephone)  
(212) 425-5288 (facsimile)  
Customer No. 26646

© Kenyon & Kenyon 2003

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

199 59 018.4

**Anmeldetag:**

8. Dezember 1999

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer die  
Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für we-  
nigstens ein angetriebenes Rad

**IPC:**

G 01 P, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.



München, den 11. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

Hoß

06.12.99 Wi

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein angetriebenes Rad

Stand der Technik

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein Rad sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt.

So ist beispielsweise der DE 196 108 64 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Radgeschwindigkeit zu entnehmen. Mit diesem Verfahren wird die Drehgeschwindigkeit wenigstens eines von zwei Rädern einer Achse bestimmt. Hierzu wird eine die mittlere Drehgeschwindigkeit der beiden Räder repräsentierende erste Größe und eine die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierende zweite Größe erfaßt. Die Bestimmung der Radgeschwindigkeit erfolgt in Abhängigkeit von einem Vergleich der Differenz zwischen einem aus der ersten Größe abgeleiteten Wert und einem aus der zweiten Größe abgeleiteten Wert mit einem Schwellenwert. Bei Unterschreiten des Schwellenwertes wird die Drehbewegung des einen Rades zu Null und bei Überschreiten des Schwellenwertes zu einem von Null abweichenden Wert bestimmt.

Die aus dem Stand der Technik bekannte Lösung für die Ermittlung der Radgeschwindigkeit hat den Nachteil, daß eine die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe erforderlich ist. Um eine präzise Radgeschwindigkeit ermitteln zu können, ist eine präzise Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit erforderlich. Dies erfordert entweder sehr genaue Schätzverfahren, die die Fahrzeuggeschwindigkeit beispielsweise auf der Basis der Radgeschwindigkeiten ermitteln oder aber spezielle Sensoren zur Ermittlung der Radgeschwindigkeit, die jedoch aufwendig und somit teuer sind. Wird die Fahrzeuggeschwindigkeit in Abhängigkeit der Radgeschwindigkeiten ermittelt, so stehen als Ausgangsgrößen, ausgehend von denen die Drehgeschwindigkeit wenigstens eines von zwei Rädern einer Achse bestimmt wird, lediglich Radgeschwindigkeiten als Ausgangsgröße zur Verfügung, wodurch unter Umständen ein systematischer Fehler entstehen kann, da eine weitere, von den Raddrehzahlen unabhängige Größe in die Bestimmung der Drehgeschwindigkeit nicht eingeht.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demzufolge darin, bestehende Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch die des Anspruchs 2 gelöst.

#### Vorteile der Erfindung

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich um ein Verfahren zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein angetriebenes Rad. Hierzu werden für die übrigen angetriebenen Räder Größen ermittelt, die jeweils die Radgeschwindigkeiten dieser Räder beschreiben.

Vorteilhafterweise wird eine die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibende Größe ermittelt. Für das wenigstens eine angetriebene Rad wird die die Radgeschwindigkeit beschreibende Größe in Abhängigkeit der Größen, die jeweils die Radgeschwindigkeiten der übrigen angetriebenen Räder beschreiben und in Abhängigkeit der die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibenden Größe ermittelt.

Die Getriebeabtriebsdrehzahl ist mit einem geringen Aufwand und in hoher Güte ermittelbar. Die Ermittlung erfolgt beispielsweise mit Hilfe eines an geeigneter Stelle am Getriebe angebrachten Drehzahlsensors.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Systemverfügbarkeit eines Fahrzeugs insbesondere beim Ausfall eines Raddrehzahlsensors erhöht. D.h. das Fahrzeug ist trotz des Ausfalls oder Defekts eines Raddrehzahlsensors weiterhin betriebsbereit.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bleibt die Funktion einer Regelung, die auf den Raddrehzahlen basiert, trotz Ausfall eines Raddrehzahlsensors an einem angetriebenen Rad erhalten. D.h. eine Regelung und vor allem eine Schlupfregelung, die auf der Basis der Radgeschwindigkeiten arbeitet, kann auch für den Fall weiterarbeiten, daß ein Raddrehzahlsensor defekt ist.

Bei dieser Regelung bzw. Schlupfregelung handelt es sich beispielsweise um solch eine, die aus der in der Automobiltechnischen Zeitschrift (ATZ) 96, 1994, Heft 11, auf den Seiten 674 bis 689 erschienenen Veröffentlichung „FDR - Die Fahrdynamikregelung von Bosch“ bekannt ist. Mit dieser Vorrichtung wird die Gierrate des Fahrzeugs geregelt. Zur Regelung der Gierrate des Fahrzeugs wird die gemessene Gierrate

mit einem Sollwert für die Gierrate verglichen. Bei diesem Vergleich wird eine Regelabweichung der Gierrate ermittelt, in deren Abhängigkeit fahrerunabhängige radindividuelle Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe durchgeführt werden. Vor allem durch die fahrerunabhängigen radindividuellen Bremseneingriffe wird ein Giermoment auf das Fahrzeug gebracht, durch welches sich die Istgierrate des Fahrzeuges an den Sollwert für die Gierrate annähert. Diese vorstehend beschriebene Fahrdynamikregelung ist mittlerweile weitläufig auch als ESP (Electronic Stability Program) bekannt. Der Inhalt der Veröffentlichung „FDR - Die Fahrdynamikregelung von Bosch“ soll hiermit in die Beschreibung aufgenommen und somit Teil der Beschreibung sein.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Ersatzgröße für eine direkt nicht zur Verfügung stehende Radgeschwindigkeit bzw. Raddrehzahl gebildet werden.

Im Vergleich zu bisher eingesetzten Schlupfregelungen muß die Schlupfregelung bzw. das System bei einem erkannten Drehzahlfühlerfehler bzw. Ausfall eines Raddrehzahlsensors nicht mehr passiv geschaltet werden. Das System ist trotz eines solchen Fehlers bzw. Ausfalls immer noch verfügbar.

Weitere Vorteile sowie vorteilhafte Ausgestaltungen können der Zeichnung sowie der Beschreibung des Ausführungsbeispiels entnommen werden.

Zusammengefaßt kann festgehalten werden: Es wird eine Ersatzgeschwindigkeit für ein angetriebenes Rad mit ausgefallenem Raddrehzahlsensor unter Verwendung der sensierten Abtriebsdrehzahl eines automatischen Getriebes ermittelt.

## Zeichnung

5 In der Zeichnung ist in Form eines Blockschaltbilds die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

## Ausführungsbeispiel

10 Die angetriebenen Räder eines Fahrzeugs sind im allgemeinen über ein Differential fest mit der Abtriebsseite des automatischen Getriebes verkoppelt. Dies gilt für den Frontantrieb (FWD) und den Heckantrieb (RWD). Beim Allradantrieb (AWD) gibt es diese feste Verkopplung nur dann, wenn keine  
15 schlupfbehafteten Komponenten wie z.B. Viscokupplungen in diesen Teil des Antriebsstranges integriert sind. Bei Allradfahrzeugen mit offenen Differentialen gibt es diese feste Verkopplung.

20 In der Zeichnung sind die unterschiedlichen Konfigurationen, wie sie bei einem frontgetriebenen (FWD) und einem heckgetriebenen (RWD) Fahrzeug vorkommen, durch die beiden strichlinierten Blöcke dargestellt. Wie man erkennt, weisen die einachsig angetriebenen Fahrzeuge 2 Differentiale auf.  
25 Die Konfiguration, die bei einem allradgetriebenen (AWD) Fahrzeug vorliegt, ist mit Hilfe des durchgezogen gezeichneten Block dargestellt. Ein allradgetriebenes Fahrzeug weist demzufolge 3 Differentiale auf.

30 Die beiden Vorderräder des Fahrzeuges sollen die Räder mit den Radgeschwindigkeiten vRad1 und vRad2 sein. Die beiden Hinterräder sind somit die Räder mit den Radgeschwindigkeiten vRad3 und vRad4.

Unter der Voraussetzung, daß die Abtriebsdrehzahl des automatischen Getriebes von einem eigenständigen Sensor gemessen wird und alle angetriebenen Räder schlupffrei mit der Abtriebsseite des Getriebes gekoppelt sind, kann ein Ersatzsignal für einen ausgefallenen Drehzahlfühler gebildet werden. Bedingung hierfür ist, daß es sich um ein mit dem Getriebe verkoppeltes, also angetriebenes Rad handelt.

Die Zeichnung zeigt ein Strukturbild mit allen relevanten Größen.

Das automatische Getriebe (Getriebe Automat) ist u.a. mit dem ESP, d.h. mit einer Schlupfregelung, wie sie in dem vorstehenden ATZ-Artikel „FDR - Die Fahrdynamikregelung von Bosch“ beschrieben ist, über den CAN-Datenbus (CAN) verbunden. Über diese Verbindung wird an das ESP die abtriebseitige Drehzahl  $n_{ABTr}$  übertragen. Durch die vier Raddrehzahlfühler bzw. Raddrehzahlsensoren bekommt das ESP die Radeschwindigkeiten  $v_{Rad1}$ ,  $v_{Rad2}$ ,  $v_{Rad3}$  und  $v_{Rad4}$  der einzelnen Räder übermittelt. Durch die schlupffreie Verkopplung der einzelnen Räder untereinander und in Verbindung mit der Abtriebsseite des automatischen Getriebes lassen sich folgende Beziehungen ableiten:

Aus der sensierten Abtriebsdrehzahl  $n_{ABTr}$  wird als Hilfsgröße die auf die Radebene bezogene Abtriebsgeschwindigkeit  $v_{ABTr}$  gebildet:

Für das Allradfahrzeug (AWD) gilt:

$$v_{ABTr} = \frac{1}{4} * \sum_{i=1}^4 v_{Rad i} = \frac{\pi}{30} * \frac{R_{Rad}}{I_{Diff}} * n_{ABTr} \quad (1)$$



Für den Frontantrieb (FWD) gilt:

$$V_{ABTr} = \frac{1}{2} * (V_{RAD1} + V_{RAD2}) = \frac{\pi}{30} * \frac{R_{Rad}}{I_{Diff}} * n_{ABTr} \quad (2)$$

Für den Heckantrieb (RWD) gilt:

$$V_{ABTr} = \frac{1}{2} * (V_{RAD3} + V_{RAD4}) = \frac{\pi}{30} * \frac{R_{Rad}}{I_{Diff}} * n_{ABTr} \quad (3)$$

Die in den vorstehenden Gleichungen verwendeten Variablen haben folgende Bedeutung:

- $R_{Rad}$  : Radradius für alle Antriebsräder in m.
- $V_{RADi}$  : Radgeschwindigkeit in m/s.
- $n_{ABTr}$  : Abtriebsdrehzahl in U/min.
- $I_{Diff}$  : Wirksame Differentialübersetzung(en).
- $V_{RadDef}$  : Geschätzte Radgeschwindigkeit des Rades mit defektem Drehzahlfühler in m/s.

D.h. die Abtriebsgeschwindigkeit ergibt sich in Abhängigkeit der Abtriebsdrehzahl und einem Umrechnungsfaktor zur Umrechnung von Umdrehungen je Minute in Meter je Sekunde. D.h. mit Hilfe der Abtriebsdrehzahl  $n_{ABTr}$  läßt sich die Abtriebsgeschwindigkeit  $v_{ABTr}$  berechnen. Die Abtriebsgeschwindigkeit entspricht dem Mittelwert der Radgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder.

Die wirksame Differentialübersetzung  $I_{Diff}$  setzt sich in Abhängigkeit des im Fahrzeug realisierten Antriebskonzeptes

aus mehreren einzelnen Differentialübersetzungen zusammen. Bei einem frontgetriebenen Fahrzeug setzt sie sich aus den beiden Differentialübersetzungen IDiffQ und IDiffMitte zusammen. Bei einem heckgetriebenen Fahrzeug aus den beiden Differentialübersetzungen IDiffQ' und IDiffMitte. Bei einem allradgetriebenen Fahrzeug sind sämtliche Differentialübersetzungen IDiffQ, IDiffQ' und IDiffMitte zu berücksichtigen. Die Differentialübersetzung IDiff ergibt sich dabei als Produkt aus den einzelnen Differentialübersetzungen. Eventuell ist eine wirksame Geländereduktion zu berücksichtigen. Der Einbauort des Sensors für die Getriebeabtriebsdrehzahl muß entsprechend beachtet werden.

Ist nun ein Raddrehzahlfühler eines angetriebenen Rades beschädigt und als fehlerhaft erkannt, so kann man für diesen defekten Drehzahlfühler bzw. für das dazugehörige Rad die Radgeschwindigkeit vRadDef dennoch berechnen:

Für das Allradfahrzeug gilt mit Gleichung (1):

$$V_{ABTr} = \frac{1}{4} * (V_{RadDef} + \sum_{i=1}^3 V_{RADi}) \quad (4).$$

Daraus die Radgeschwindigkeit des Rades, an dem der Raddrehzahlsensor defekt ist:

$$V_{RadDef} = 4 * V_{ABTr} - \sum_{i=1}^3 V_{RADi} \quad (5)$$

Setzt man in Gleichung (5) für VABTr die sensierte Abtriebsdrehzahl nABTr gemäß Gleichung (1) ein, so gilt:

$$V_{\text{RadDef}} = 4 * \frac{\pi}{30} * \frac{R_{\text{Rad}}}{I_{\text{Diff}}} * n_{\text{ABTr}} - \sum_i^3 V_{\text{RADi}} \quad (6)$$

In entsprechender Weise ergibt sich für den Frontantrieb, unter der Annahme, daß der Raddrehzahlsensor des zweiten Rades und somit VRAD2 defekt ist:

$$V_{\text{RadDef}} = 2 * \frac{\pi}{30} * \frac{R_{\text{Rad}}}{I_{\text{Diff}}} * n_{\text{ABTr}} - V_{\text{RAD1}} \quad (7)$$

Ebenso ergibt sich für den Heckantrieb, unter der Annahme, daß der Raddrehzahlsensor des vierten Rades und somit Vrad4 defekt ist:

$$V_{\text{RadDef}} = 2 * \frac{\pi}{30} * \frac{R_{\text{Rad}}}{I_{\text{Diff}}} * n_{\text{ABTr}} - V_{\text{RAD3}} \quad (8)$$

Somit läßt sich eine geschätzte Radgeschwindigkeit für ein Rad mit defektem Raddrehzahlfühler bzw. Raddrehzahlsensor ermitteln. Dabei wird stets angenommen, daß zwischen den einzelnen Achsantrieben KEIN Schlupf entsteht durch irgendwelche Kupplungen oder ähnliche Bauelemente.

Somit ist eine komplette Systemabschaltung nicht mehr unbedingt erforderlich. Es ist z.B. denkbar, eine ABD-Funktion,

5 d.h. eine Antriebsschlupfregelung, die allein auf Bremsen-  
eingriffen basiert, mit einem defekten Raddrehzahlfühler bis  
zu einer bestimmten Geschwindigkeit zu ermöglichen. Ein Aus-  
fall des Fahrzeugs (speziell bei Offroadfahrzeugen, bei de-  
nen die externen Raddrehzahlfühler wesentlich gefährdeter  
sind) wird somit deutlich unwahrscheinlicher.

10 Auch das Abschaltverhalten für den ABS-Fall, d.h. die in der  
Fahrdynamikregelung enthaltene Bremsschlupfregelung kann  
günstiger gestaltet werden.

06.12.99 Wi

5

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Verfahren zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein angetriebenes Rad, bei dem für die übrigen angetriebenen Räder Größen ermittelt werden, die jeweils die Radgeschwindigkeiten dieser Räder beschreiben,

bei dem eine die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibende Größe ermittelt wird,

20

bei dem für das wenigstens eine angetriebene Rad die die Radgeschwindigkeit beschreibende Größe in Abhängigkeit der Größen, die jeweils die Radgeschwindigkeiten der übrigen angetriebenen Räder beschreiben und in Abhängigkeit der die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibenden Größe ermittelt wird.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch

1.

06.12.99 Wi

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein angetriebenes Rad

Zusammenfassung

15

Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer die Radgeschwindigkeit beschreibenden Größe für wenigstens ein angetriebenes Rad. Hierzu werden für die übrigen angetriebenen Räder Größen ermittelt werden, die jeweils die Radgeschwindigkeiten dieser Räder beschreiben.

20

Ferner wird eine die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibende Größe ermittelt wird. Für das wenigstens eine angetriebene Rad wird die die Radgeschwindigkeit beschreibende Größe in Abhängigkeit der Größen, die jeweils die Radgeschwindigkeiten der übrigen angetriebenen Räder beschreiben und in Abhängigkeit der die Getriebeabtriebsdrehzahl beschreibenden Größe ermittelt.

25

